المجال التعلمي رقم (01): التخصص الوظيفي للبروتينات

الوحدة التعلمية الثانية العلاقة بين بنية و وظيفة البروتين

النشاط 1: تمثيل البنية الفراغية للبروتين

1- أمثلة عن البنية الفراغية لبعض البروتينات المشهورة:

(الهيموغلوبين – الميوغلوبين – الأنسولين – الليزوزيم)

لاحظ الوثيقة (1) ص116 :

1. المقارنة بين البروتينات الأربعة من حيث درجة التعقيد :

درجة التعقيد : بسيطة (الأنسولين)

معقدة (الهيموغلوبين)

متوسطة التعقيد (الليزوزيم – الميوغلوبين)

الاستنتاج :

البنية الفراغية للبروتينات مختلفة

2- الأحماض الأمينية : (لاحظ الوثيقة 3 ص47):

مناقشة الوثيقة :

الأحماض الأمينية هي مركبات عضوية تحتوي على مجموعة كربوكسيلية (حمضية) و مجموعة أمينية NH_2 ومتصلين بذرة الكربون α و التي تتصل هي الأخرى بسلسلة جانبية (الجذر R) التي يختلف تركيبها من حمض أميني إلى آخر

- الأحماض الأمينية العطرية : Pro – His – Phe – Trp – Tyr .
- الأحماض الأمينية الكبريتية : Met – Cys .
- الأحماض الأمينية ذات الجذر الحامضي : Asp – Glu .
- الأحماض الأمينية ذات الجذر القاعدي : His –Lys – Arg .

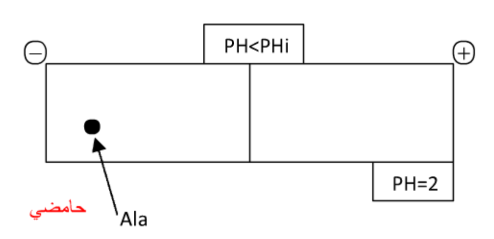
الألانين (Ala) حمض أميني متعادل لعدم وجود وظائف أمينية أو حمضية في جذره .

تصنيف الأحماض الأمينية حسب الجزء المتغير R :

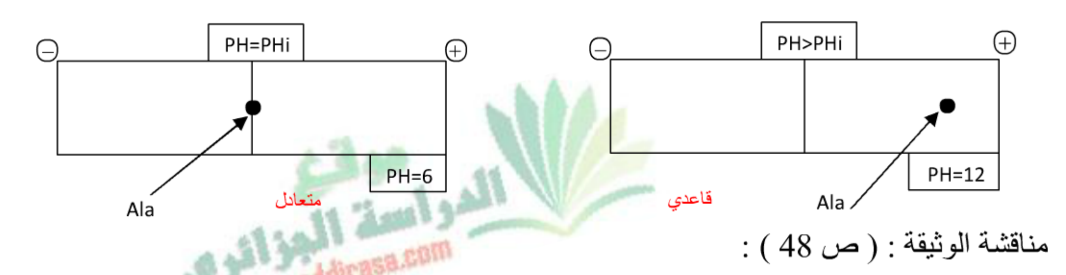
- أحماض أمينية حمضية مثل : Asp
- أحماض أمينية قاعدية مثل : Arg
- أحماض أمينية متعادلة مثل : Ala

3- سلوك الأحماض الأمينية في الوسط :

لغرض تحديد شحنة الحمض الأميني الألانين (Ala) تم وضع قطرة من محلول الحمض الأميني في منتصف شريط ورق الترشيح في جهاز الهجرة الكهربائية Electrophorèse
عند PH=2 بعد انتهاء مدة الفصل كانت النتيجة كما يلي :



ثم تكرار التجربة السابقة عند PH=12 ثم عند PH=6 ، النتائج موضحة في الوثيقة :



مناقشة الوثيقة : (ص 48) :

1. تفسير سلوك الحمض الأميني في المجال الكهربائي:

شحنة الحمض الأمينية تتغير بتغير درجة PH الوسط .

النتيجة : هجرة الحمض الأميني في المجال الكهربائي تختلف باختلاف الشحنة التي يكتسبها

2. تمثيل صيغة الحمض الأميني :

عند الـ PH=2 :

$$NH_3^+ - \underset{}{\overset{R}{\overset{|}{CH}}} - COOH$$

عند الـ PH=6 :

$$NH_3^+ - \overset{R}{\overset{|}{CH}} - COO^-$$

عند الـ PH=12 :

$$NH_2^+ - \overset{R}{\overset{|}{CH}} - COO^-$$

3. استخراج قاعدة تسمح بتحديد نوع الشحنة من خلال مقارنة قيمة الـ Phi مع قيمة PH الوسط :

- إذا كان الـ PHi>PH تكون شحنة الحمض الأميني موجبة ⊕
- إذا كان الـ PHi<PH تكون شحنة الحمض الأميني سالبة ⊖
- إذا كان الـ Phi=PH نكون محصلة الحمض الأميني معدومة⓪

الشحنة معدومة لاتعني عدم وجود الشحنة و إنما تساوي الشحنات الموجبة والسالبة مما يعطي محصلة شحنة معدومة

4. تحديد سلوك الألانين في الوسط :

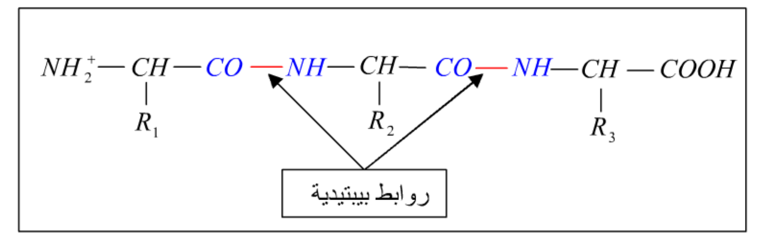
- وسط ذو PH=2 (وسط حامضي) سلك الألانين سلوك القاعدة .
- وسط ذو PH=12 (وسط قاعدي) سلك الألانين سلوك الحمض .

الاستنتاج :

تسلك الأحماض الأمينية سلوك الحمض في الوسط القاعدي و تسلك سلوك القاعدة في الوسط الحمضي لذلك فهي أحماض و قواعد أي أنها مركبات أمفوتيرية (حمقلية) .

4- تشكل الرابطة البيبتيدية :

تمثل الوثيقة التالية سلسلة بيبتيدية مكونة من اتحاد ثلاث أحماض أمينية مرتبطة بروابط بيبتيدية .



1. المناقشة : ص 14 :

إن الرابطة البيبتيدية تشكل بين مجموعة الكربوكسيل لحمض أميني مع مجموعة أمين لحمض أميني آخر مع خروج جزيئة ماء

2. أنواع الوظائف الكيميائية المشاركة في تشكيل الرابطة البيبتيدية :
   هي الوظيفة الكربوكسيلية و الوظيفة الأمينية .
3. تشكيل رباعي الببتيد :

$$NH_2^+ — \underset{R_1}{CH} — CO — NH — \underset{R_2}{CH} — CO — NH — \underset{R_3}{CH} — CO — NH — \underset{R_4}{CH} — COOH$$

4. عدد الوظائف الكربوكسيلية الحرة في ثلاثي الببتيد = 01
   عدد الوظائف الأمينية الحرة في ثلاثي الببتيد = 01
   عدد الوظائف الكربوكسيلية الحرة في رباعي الببتيد = 01
   عدد الوظائف الأمينية الحرة في رباعي الببتيد = 01

لا يتأثر هذا العدد بطول السلسلة البيبتيدية .

5- العلاقة بين البنية ثلاثية الأبعاد و وظيفة البروتين : لاحظ الوثيقتين ص 49 و ص 50 :

لدراسة هذه العلاقة قام العالم Anfinsen بإجراء تجربة على إنزيم ريبونيوكلياز باستعمال مادتين β مركبتو إيثانول (تعمل على تحليل الجسور الكبريتية) و اليوريا (تعمل على إعاقة الانطواء الطبيعي للبروتين) مراحل التجربة موضحة في الجدول و في الوثيقة (4)

المرحلة	المعاملة	النتيجة
الأولى	ريبونيوكلياز + اليوريا + مركب β مركبتو إيثانول	فقدان البنية الفراغية (تخريب): إنزيم غير فعال
الثانية	إزالة اليوريا و مركب β مركبتو إيثانول.	استعادة البنية الفراغية الطبية إنزيم فعّال.
الثالثة	ريبونيوكلياز مخرب + اليوريا	بنية فراغية غير طبيعية (تشكل الجسور في غير الأماكن الصحيحة) ، إنزيم غير فعّال

مناقشة الوثيقة ص 49 ، 50 :

1) تمثل الأرقام مواقع الأحماض الأمينية من النوع Cys التي لها أهمية خاصة في ثبات البنية الفراغية في العديد من البروتينات حيث تتخذ جزيئة Cys لكون جسم ثنائي الكبريت .

2) وجود أحماض أمينية من نوع محدد و في أماكن محددة يؤدي إلى تكوين روابط كيميائية تحدد البنية الفراغية للبروتين وتعمل على ثباتها لذلك فإن تكسير هذه الروابط يفقد البنية الفراغية و تفقد معها الوظيفة لأن البنية الفراغية الطبيعية للبروتين وليس أي بنية فراغية أخرى هي التي تسمح للبروتينات بأداء وظيفتها حيث مفهوم إعاقة الانطواء الطبيعي للبروتين عن طريق مركب اليوريا يؤكد هذا .

3) ثم التأكد خلال هذه النتائج التجريبية أن للأحماض الأمينية دورًا أساسيًا لتحديد البنية الفراغية للبروتين و بالتالي تحديد وظيفة أي فرضية تدخل الأحماض الأمينية صحيحة .

الخلاصة

- تظهر البروتينات بنيات فراغية مختلفة و محددة بعدد و طبيعة و تتالي الأحماض الأمينية التي تدخل في تركيبها
- تتكون جزيئات الأحماض الأمينية من مجموعة أمينية NH_2 (قاعدية) و مجموعة كربوكسيلية $COOH$ (حمضية) مرتبطان بذرة كربون α وهما مصدر الخاصية الأمفوتيرية .
- توجد في الطبيعة (20) حمض أميني تختلف فيما بينها في السلسلة الجانبية R
- تصنف الأحماض الأمينية حسب السلسلة الجانبية إلى :
  أحماض أمينية قاعدية : مثل (الأرجينين ، ليزين ...) .
  أحماض أمينية حمضية : مثل (الغلوماتيك...) .
  أحماض أمينية متعادلة : مثل (السيرين ، الغلايسين...) .
- تسلك الأحماض الأمينية سلوك الأحماض (تعطي بروتونات) و سلوك القواعد (تكسب بروتونات) وذلك حسب درجة حموضة الوسط لذلك تسمى مركبات أمفوتيرية (حمقلية).
- ترتبط الأحماض الأمينية المتتالية في سلسلة بيبتيدية بروابط تكافئية تدعى الروابط البيبتيدية ($CO-NH$) .
- تختلف الببتيدات عن بعضها بالقدرة على التفكك الشاردي التي تحدد طبيعتها الأمفوتيرية و خصائصها الكهربائية .
- تتوقف البنية الفراغية و بالتالي التخصص الوظيفي للبروتين على الروابط التي تنشأ بين الأحماض الأمينية (ثنائية الكبريت ، شاردية...) ، (روابط غير الروابط البيبتيدية) و متوضعة بطريقة دقيقة في السلسلة البيبتيدية حسب الرسالة الوراثية .